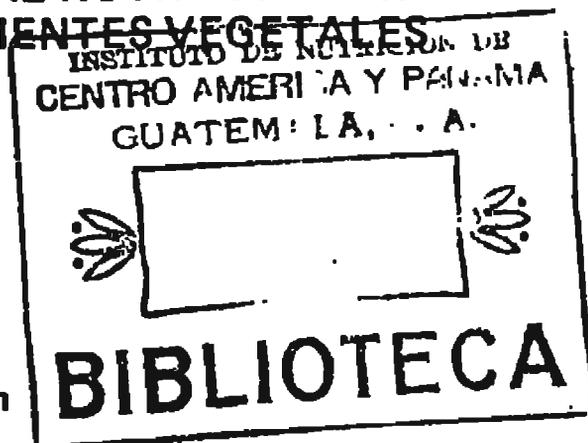


# POTENCIAL NUTRITIVO E INDUSTRIAL DE NUEVAS FUENTES DE NUTRIENTES VEGETALES



*Roberto A. Gómez-Brenes<sup>1</sup>  
Ricardo Bressani<sup>2</sup>  
J. Edgar Braham<sup>3</sup>*

## Introducción

Al hablar de nuevas fuentes de nutrientes vegetales no siempre pensamos en la aseveración de que tal o cual planta no sirve para nada, o que sólo causa problemas en determinados cultivos.

En los países tropicales donde la luz solar abunda durante todo el año, los procesos fotosintéticos son más eficientes en producir proteína, vitaminas y carbohidratos. En muchos casos éstos se almacenan en cantidades apreciables en las pequeñas plantas que hoy día menospreciamos sin utilizarlas eficientemente por falta de conocimientos sobre su composición química y valor nutritivo e industrial.

Si observamos cuidadosamente nuestra región, realizaremos los enormes recursos naturales que nos ofrece: un sinnúmero de plantas con su profusión de hojas, flores, frutos, semillas y raíces. Muchas de ellas sólo se utilizan en pequeñas cantidades, unas como condimento, otras como adorno, y la mayor parte de esas plantas ni siquiera se toman en cuenta.

Es necesario considerar cuidadosamente que el crecimiento demográfico exige cada día más y mejores alimentos, y que es nuestra responsabilidad estudiar y utilizar al máximo nuestros recursos naturales. Esto debe hacerse a través de una cooperación más estrecha entre los grupos que trabajan la tierra y aquéllos que transforman la materia prima en alimentos de mejor valor nutritivo, todo lo cual redundaría en una mayor disponibilidad de alimentos para humanos y para animales.

Confiamos en que poco a poco vaya desapareciendo esa indiferencia que ha existido en nuestros países hacia todo lo nacional, y que no sólo se ponga énfasis en productos y tecnologías importadas, lo que no siempre da resultados positivos en nuestro medio. Esperamos, asimismo, que este cónclave que ha reunido especialistas en agricultura, ciencia y tecnología de alimentos y nutrición, nos haga meditar seria-

1 Científico de la División de Ciencias Agrícolas y Alimentos, Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP), Apartado Postal 1188, Guatemala, Guatemala, C.A.

2 Jefe de la misma División.

3 Jefe Asistente de la citada División y Director del Curso de Postgrado en Ciencias y Tecnología de Alimentos del Centro de Estudios Superiores en Nutrición y Ciencias de Alimentos (CESNA), Universidad de San Carlos de Guatemala/INCAP.

mente en la necesidad que hay de utilizar nuestros recursos naturales. Ojalá esto nos impulse a tomar la decisión de favorecer una eficaz interacción entre dichas disciplinas, que permita cumplir con nuestra responsabilidad y convertir lo que hoy no utilizamos, en más y mejores alimentos.

Nuestro objetivo, ahora, es revisar algunos ejemplos de vegetales con potencial nutritivo e industrial, que actualmente no se usan o se utilizan muy poco. El propósito es incentivar a los sectores agrícolas, tecnológicos, nutricionales e industriales para que promuevan su producción y utilización, con lo cual se aumentaría la disponibilidad de alimentos en el área.

Dividiremos así nuestro trabajo en cuatro partes:

Hojas y tallos, como fuentes de *proteína y vitaminas*

Leguminosas de grano, como fuentes de *proteína y energía*

Verduras y frutas, como fuentes de *proteína y energía*, y

Oleaginosas, como fuentes de *proteína y energía*.

### Hojas y Tallos como Fuentes de Proteína y Vitaminas

Las hojas constituyen una fuente potencial constante de nutrientes ya que su producción es bastante uniforme durante todo el año, principalmente en las zonas tropicales y semitropicales. Algunas, como el berro, el bledo, el chipilín, la verdolaga, el macuy y el quixtán, se consumen en Guatemala en forma cruda o cocida, y también se usan como condimento de tamales y otros alimentos típicos. Su utilización por los humanos está limitado por la disponibilidad del producto y por los hábitos dietéticos prevalentes en cada zona.

Otras hojas y tallos altamente fibrosos son consumidos por animales domésticos en forma fresca o seca, solos o mezclados con productos similares utilizados en la preparación de ensilajes. El aspecto físico de algunas hojas y tallos de uso corriente en la alimentación humana o animal se presenta en la Figura 1.

La concentración de macro y micronutrientes que comúnmente existen en algunos de estos materiales se expone en la Tabla 1, pudiéndose apreciar ejemplos de tallos y hojas que contienen cantidades mínimas y máximas de cada uno de los nutrientes esenciales.

Entre los materiales seleccionados sobresalen la soya, el quixtán, el ramio, el macuy, el berro y el chipilín que contienen la mayor cantidad de uno o varios macro o micronutrientes. Llama la atención el contenido proteínico de algunas hojas como el quixtán (42.6%), encontrándose que en las otras antes mencionadas, éste oscila entre los límites del quixtán y de la soya (19.2%). Esta cantidad de proteína es superior a la de los cereales y la mayoría de leguminosas de grano, siendo en algunos casos comparable a la concentración proteínica encontrada en las harinas desgrasadas de semillas oleaginosas (1). Por otro lado, el quixtán no sólo es el más rico en proteína, sino también el que contiene la mayor concentración de vitamina A (18.4 mg/o)

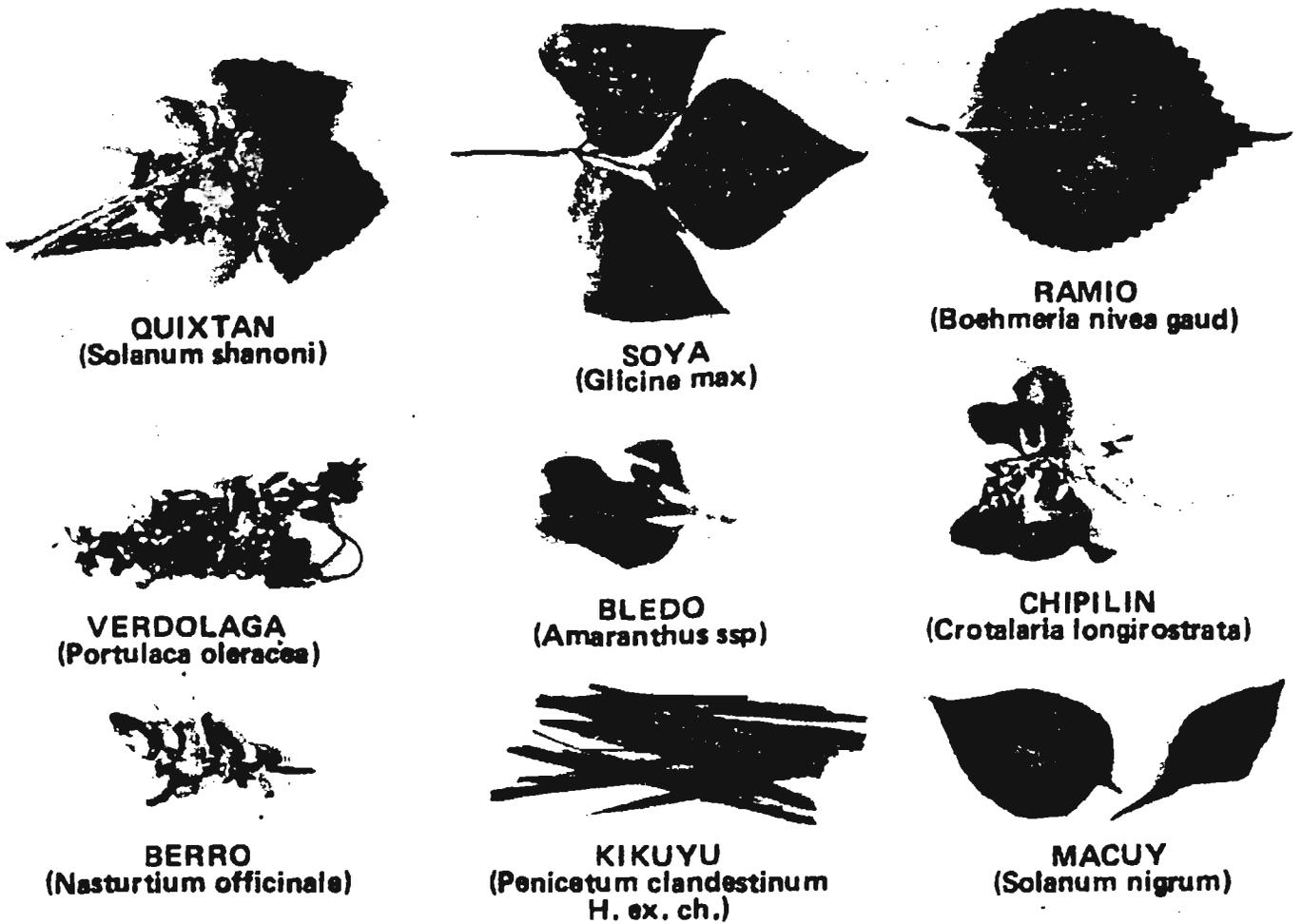


FIGURA 1

y de vitamina C (750 mg/o). El contenido de vitamina A del quixtán es superior a la de cualquier producto lácteo, huevos y carne (1), exceptuando el hígado. Asimismo, su cantidad de vitamina C es mayor que la del jugo de limón o de naranja deshidratados (1).

Las proteínas foliares han sido clasificadas en nucleares, cloroplasmáticas y citoplasmáticas, según el lugar que ocupan dentro de la célula vegetal (2). Esta clasificación se deriva de los métodos usados para separar las proteínas celulares; éstas siguen, en principio, el esquema de extracción de los compuestos intracelulares, es decir, rompiendo la membrana celular ya sea por acción mecánica en molinos de alta velocidad o por cambios de la presión osmótica, haciendo el líquido externo hipotónico, de modo que la célula se hincha y rompe la membrana celular. Este mismo efecto se logra por congelación y descongelación repetidas puesto que la formación de cristales de hielo deja dentro de las células porciones de líquido con una concentración de sales mucho más alta. Lo hace entonces hipertónico y produce el mismo resultado de hinchar y romper la célula, ayudado por las lesiones ocasionadas por los cristales de hielo que se forman a ambos lados de la pared celular (3).

La pulpa obtenida aplicando cualquiera de estos procedimientos se separa en sus constituyentes líquidos y sólidos. El sólido contiene los residuos fibrosos de las

TABLA 1

Cantidad mínima y máxima de nutrientes en algunas fuentes vegetales no convencionales. Datos expresados en base seca. Tallos y hojas

Nutrientes	Ejemplos — g %			
Extracto etéreo	Kikuyu	3.3	Soya	11.5
Fibra cruda	Macuy	9.3	Soya	29.0
Proteína (N x 6.25)	Soya	19.2	Quixtán	42.6
Cenizas	Chipilín	8.2	Ramio	17.9
Carbohidratos totales	Berro	28.2	Macuy	48.7
-----				
	Ejemplos — mg %			
Calcio	Kikuyu	0.05	Ramio	4.0
Fósforo	Kikuyu	0.23	Berro	0.97
Hierro	Kikuyu	0.03	Macuy	0.08
Vitamina A	Ramio	5.7	Quixtán	18.4
Vitamina B <sub>1</sub>	Verdolaga	0.3	Chipilín	1.8
Vitamina B <sub>2</sub>	Verdolaga	1.3	Chipilín	2.7
Vitamina C	Bledo	4.6	Quixtán	750
Niacina	Verdolaga	6.3	Berro	12.8

células de soporte, así como las proteínas insolubles. El líquido, en cambio, contiene la proteína citoplasmática, cloroplasmática y nuclear, fracciones que pueden separarse por centrifugación, obteniéndose un precipitado que contiene el material cloroplasmático. Las proteínas nucleares se encuentran en una proporción muy baja en comparación con las otras.

Se han utilizado numerosos solventes y soluciones para extraer la proteína foliar. Entre los más comunes cabe citar los siguientes: agua, mezcla de agua y éter, digitonina, sales biliares, desoxicolato, dodecil sulfato de sodio, bicarbonato e hidróxido de sodio en varias concentraciones, e hidróxido de magnesio. Estos solventes y soluciones se acompañan de otras acciones como cambios de pH, temperatura, filtración, centrifugación, molienda y maceración, las cuales han sido combinadas por diferentes investigadores (4-8) para obtener el máximo rendimiento de extracción de la proteína foliar.

En muchos casos, especialmente con materiales altos en fibra y cuyo contenido proteínico no es significativo, se pueden preparar harinas de hojas para uso en nutrición animal.

La Figura 2 indica los pasos a seguir para la preparación de harinas y concentrados proteínicos de hojas. Este método ha sido desarrollado en la División de Ciencias Agrícolas y de Alimentos del INCAP, y su eficacia fue demostrada en la preparación de harinas y aislados proteínicos de muchos materiales vegetales, encontrándose como mejor solvente para la extracción el hidróxido de sodio en agua a un pH de 9.0 (9). El contenido de proteína y aminoácidos de las harinas y concentrado proteínico preparados (9) se muestran en la Tabla 2. La comparación entre el contenido de aminoácidos de las harinas de quixtán, chipilín, macuy y bledo y el aislado proteínico de este último con el patrón de referencia de la FAO (10) revela una deficiencia en aminoácidos azufrados. Este hecho ha sido informado por otros investigadores (8, 11, 12) en materiales foliares, principalmente si las hojas son de plantas leguminosas.

La evaluación biológica de estos materiales se llevó a cabo en ratas en crecimiento con los resultados que se detallan en la Tabla 3. Esta evaluación permite comprobar la deficiencia en metionina de que adolecen el bledo y el chipilín, ya que con el agregado de este aminoácido a las dietas se mejoró significativamente el peso de los

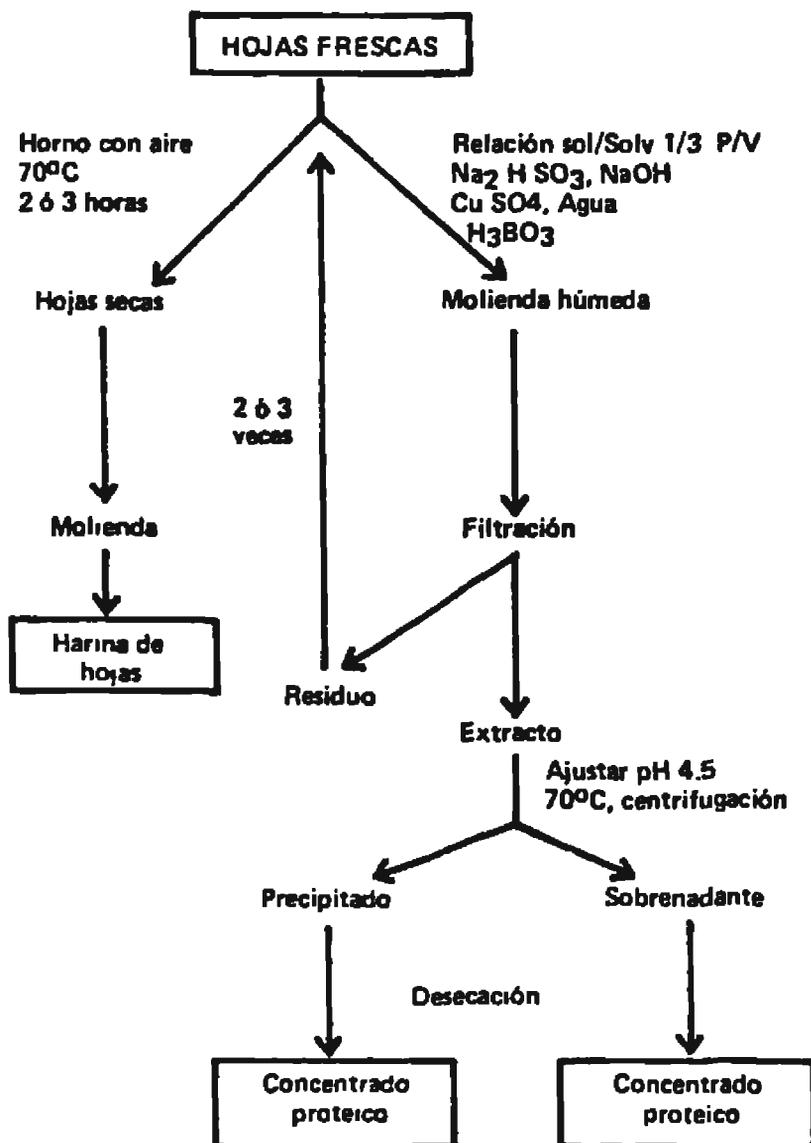


FIG. 2.— Esquema de extracción de proteína foliar y preparación de harinas de hojas.

TABLA 2

Contenido de proteína (g %) y aminoácidos (g AA/g N) de harinas foliares y concentrado proteínico, comparados con el patrón de referencia de la FAO

	Patrón FAO	Quixtán	Chipilín	Macuy	Bledo	Conc. proteínico bledo
Proteína		34.0	28.7	36.6	32.8	58.6
Leucina	0.44	0.36	0.44	0.46	0.32	0.30
Isoleucina	0.25	0.26	0.33	0.28	0.29	0.18
Lisina	0.34	0.28	0.42	0.36	0.33	0.24
Metionina + Cis	0.22	0.03	0.03	0.04	0.04	0.05
Fenilalanina + Tir	0.38	0.17	0.20	0.19	0.13	0.15
Treonina	0.25	0.14	0.26	0.21	0.18	0.14
Triptofano	0.06	0.09	0.11	0.06	0.08	0.06
Valina	0.31	0.34	0.45	0.42	0.33	0.23

Datos tomados de Ref. (9).

TABLA 3

Evaluación biológica en ratas en crecimiento alimentadas con dietas a base de proteína de hojas, con y sin suplemento de metionina

	% proteína en dieta	Peso ganado g	Índice de eficiencia proteínica	Mortalidad*
Bledo	9.6	10.0	1.05	0/4
Bledo + 0.2% metionina	9.6	37.0	1.88	0/4
Chipilín	10.2	27.0	1.37	0/4
Chipilín + 0.2% metionina	10.2	68.0	2.46	0/4
Macuy	9.3	—	—	3/4
Macuy + 0.2% metionina	9.3	6.0	0.49	1/4
Quixtán	9.8	4.0	0.41	0/4
Quixtán + 0.2% metionina	9.8	5.0	0.52	0/4
Caseína	10.0	81.0	2.18	0/8

\* Muertas/vivas.

Datos tomados de Ref. (9).

animales y los índices de eficiencia proteínica, siendo esta mejora más ostensible en el caso del chipilín que en el del bledo. Los otros materiales evaluados acusaron un valor nutritivo bastante bajo, pues los animales que recibieron estas dietas perdieron peso y hasta hubo casos de mortalidad, por lo que el autor de este trabajo (9) postula la posibilidad de que otro u otros aminoácidos sean más limitantes que la metionina.

En lo que a deficiencia de aminoácidos se refiere, los hallazgos de este trabajo corroboran datos obtenidos previamente por algunos investigadores que estudiaron otras fuentes de proteína derivadas de hojas (13). Por otro lado, algunos informes en la literatura destacan que ciertas proteínas de hojas son buenas fuentes de metionina y lisina, hecho indicativo de que el contenido de aminoácidos varía no solamente con la clase de hojas, sino también con otros factores (12, 14-17) tales como tiempo de maduración, procedimiento de extracción, métodos de cultivo y uso de fertilizantes.

Los ejemplos antes mencionados deben estimularnos a continuar las investigaciones sobre proteínas foliares, ya que día a día aumenta la producción de aminoácidos sintéticos, con los que se podrían corregir las deficiencias naturales de estas proteínas, y utilizar también nuestros enormes recursos naturales.

En el caso de las proteínas extraídas por el proceso citado, y aisladas del extracto por calor, éstas pueden ser utilizadas en raciones para monogástricos, usando los residuos fibrosos para alimentación de rumiantes. Además, las hojas ricas en nutrientes pueden ser cultivos alternos para los pequeños agricultores, quienes pueden comercializarlas para formar parte de alimentos procesados como sopas, pastas o purés.

### Leguminosas de Grano como Fuentes de Proteína y Energía

En la actualidad existe en el mundo una demanda cada vez mayor de proteína y energía que no sólo sean de buena calidad sino que también sean aceptadas fácilmente por la población consumidora. Como sabemos, en la mayoría de los países latinoamericanos las leguminosas ocupan un lugar preferencial en la dieta como fuentes de proteína y energía (18, 19). No obstante, de las muchas especies existentes sólo unas cuantas, principalmente el frijol común, forman parte de los hábitos dietéticos de las poblaciones.

Es posible que los factores involucrados en este último fenómeno tengan relación con el sabor y olor que el grano de frijol desarrolla durante la cocción húmeda, ya que los factores antifisiológicos que contiene impiden su consumo en forma cruda. Hasta la fecha no se conocen con exactitud los factores que influyen en la preferencia de los grupos de población hacia determinada variedad de leguminosas.

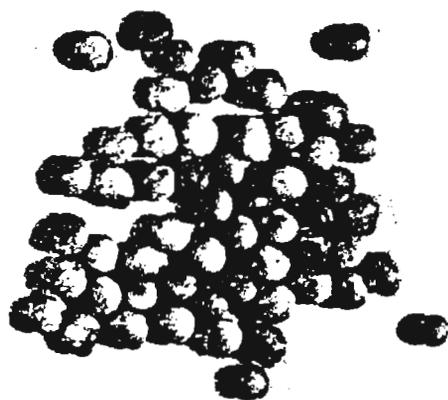
Lo que llama la atención es el hecho de que se prefiera el consumo de *Phaseolus* a pesar de los problemas agronómicos que presenta su cultivo en relación con otras especies que puedan ser más rendidoras y menos exigentes respecto a clima, altitud y precipitación pluvial. Estas últimas especies, por ejemplo el caupí, la canavalia y el gandul (Figura 3), a pesar de tener un contenido proteínico similar o mayor que el



CAUPI  
(*Vigna sinensis*)  
Prot = 27.50/o  
CHO = 59.30/o



CANAVALIA  
(*Canavalia ensiformis*)  
Prot = 34.80/o  
CHO = 47.80/o



GANDUL  
(*Cassia cajan*)  
Prot = 22.00/o  
CHO = 63.00/o

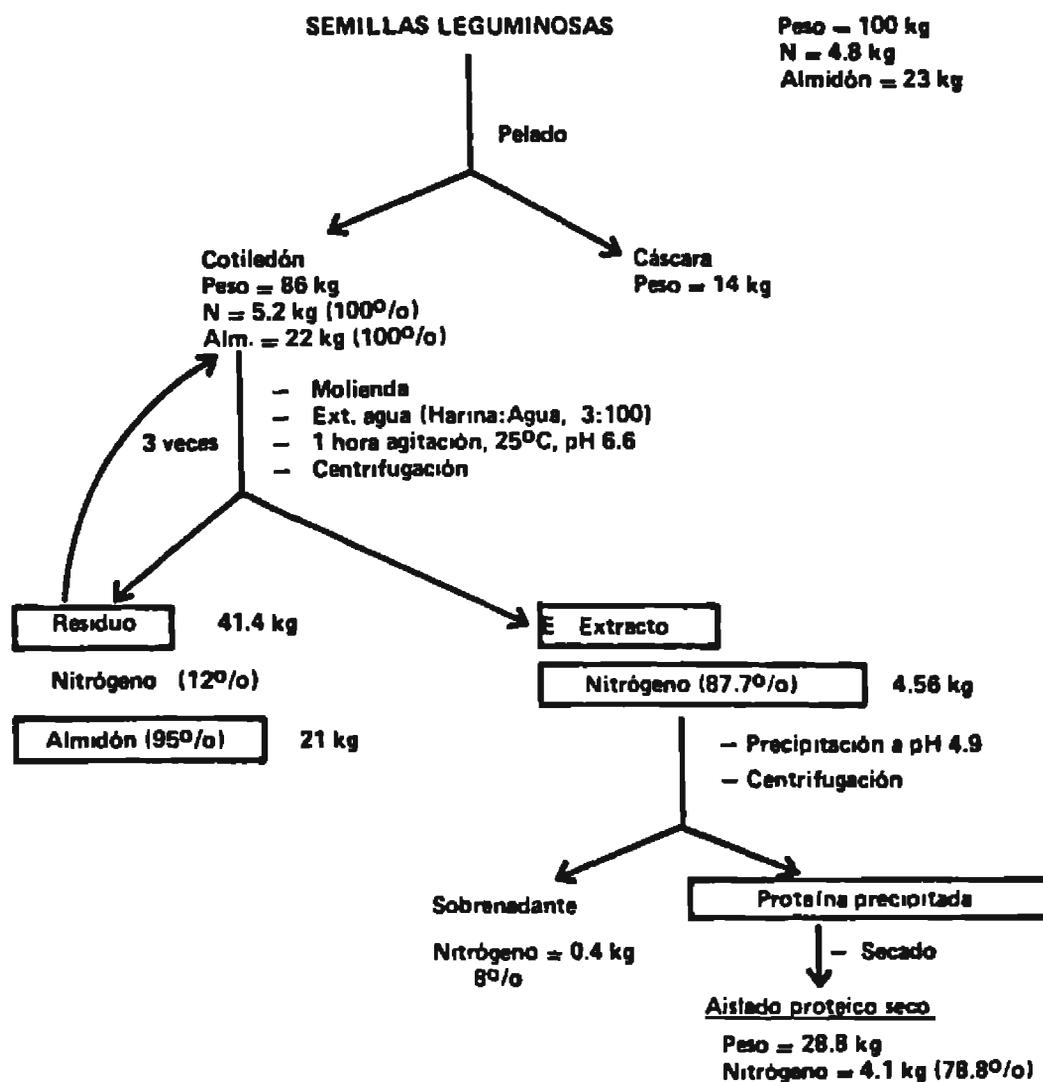
FIGURA 3

frijol común, sólo se utilizan en forma muy limitada y su explotación agrícola es prácticamente inexistente. Considerando la facilidad de cultivo, altos rendimientos e importante contenido de proteína y almidón de muchas leguminosas de grano, algunos investigadores (20, 21) han considerado la conveniencia de aplicar un proceso combinado para extraer la proteína y el almidón de dichas semillas, para utilizarlos luego en la elaboración de productos alimenticios de alto valor nutritivo para consumo humano o animal.

En el INCAP (22, 23) se ha desarrollado un proceso bastante eficiente para extraer la proteína y el almidón de las semillas leguminosas, cuyos detalles de balance de materiales y esquema de extracción se presentan en la Figura 4. En general, este proceso exige mucho cuidado en no usar condiciones de extracción muy drásticas, a fin de prevenir cualquier daño que ello pueda ocasionar a la fracción de almidón. Usando agua como solvente en una relación de 100 a 3 con respecto a las harinas de leguminosas, a temperatura ambiente y al pH de 6.6 obtenido al suspender la harina en agua, los autores de este trabajo (22, 23) informan una eficiencia de extracción proteínica de 870/o, y de 950/o para el almidón.

Los aislados proteínicos de canavalia y caupí obtenidos con este proceso tienen, en general, un mayor contenido de aminoácidos esenciales que el material original

(Tabla 4), principalmente de los aminoácidos azufrados totales, los que aun en los aislados proteínicos siguen siendo deficientes debido a que son los más limitantes en las semillas leguminosas. Sin embargo, estas semillas son de gran valor por el alto contenido en lisina y triptofano, aminoácidos en los que el maíz es deficiente (24, 25).



Refs. (22, 23).

FIG. 4.— Balance de materiales. Esquema de extracción de proteína y almidón de leguminosas de grano.

En general, el contenido de aminoácidos de los aislados proteínicos de canavalia y caupí son comparables a los de soya y al del patrón de referencia de la FAO (10).

Molina y Bressani (22), y Molina, Argueta y Bressani (23) en sus ensayos biológicos con estos materiales, encontraron que tanto la harina como el aislado proteínico de caupí tienen un valor nutritivo similar, evidenciado por la ganancia ponderal de los animales y sus índices de eficiencia proteínica (Tabla 5). Esta Tabla también incluye los resultados de la evaluación de la canavalia cruda y cocida. Según se aprecia, la cocción húmeda mejoró significativamente la ganancia ponderal de los animales y sus índices de eficiencia proteínica, hecho indicativo de la presencia de factores anti-fisiológicos en la canavalia cruda, como lo han informado ya otros investigadores

TABLA 4

Patrón de aminoácidos de harinas y aislados proteínicos de semillas leguminosas, comparados con el patrón de referencia de la FAO — g AA/16 g N

Aminoácidos	Canavalia		Caupí		Soya	Patrón FAO
	Harina	Aislado proteínico	Harina	Aislado proteínico	Aislado proteínico	
Isoleucina	3.4	4.9	5.4	5.2	5.0	4.0
Leucina	8.2	10.7	10.0	9.7	7.9	7.0
Lisina	6.0	6.3	8.6	7.7	6.3	5.4
Azúfrados totales	1.3	1.7	1.4	1.8	2.1	3.5
Aromáticos totales	8.6	9.4	10.0	11.1	9.3	6.1
Treonina	4.3	3.4	3.0	3.8	3.7	4.0
Triptofano	1.3	1.5	1.0	1.0	1.3	1.0
Valina	5.1	5.6	7.0	6.7	5.2	5.0

Datos tomados de Refs. (22) y (23).

TABLA 5

Evaluación biológica en ratas\* en crecimiento alimentadas con dietas a base de harina y aislado proteínico de caupí y harina de canavalia, cruda y cocida

	% proteína en dieta	Promedio peso ganado, g	Índice de eficiencia proteínica
Harina de caupí sin cáscara	9.8	56.8	1.43 ± 0.28**
Aislado de proteína de caupí	10.2	57.0	1.56 ± 0.31
Harina de canavalia:			
Cruda	13.1	2.0	0.10 ± 0.34
Cocida***	13.3	40.0	1.28 ± 0.24
Caseína	9.2	73.6	2.42 ± 0.46

\* Ocho ratas/grupo: 4 hembras y 4 machos.

\*\* Desviación estándar.

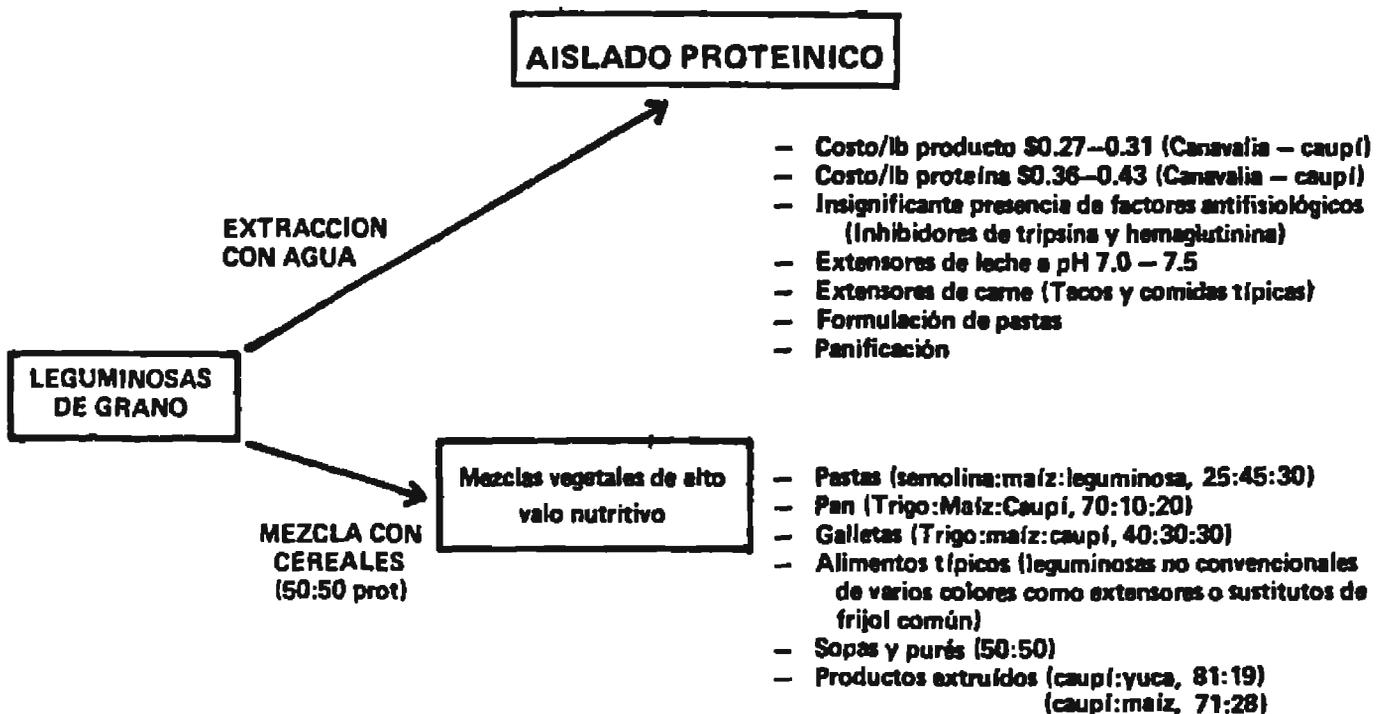
\*\*\* Cocida a 16 lb de presión, a 121°C, durante 20 minutos.

Datos tomados de Refs. (22) y (23).

(26, 27). No obstante, estos ensayos biológicos demuestran también que los factores antifisiológicos se encuentran en la canavalia en concentraciones menores que en el frijol común. No hubo mortalidad en los animales que consumieron la canavalia cruda, si bien los informes en la literatura (28) señalan índices elevados de mortalidad en animales que consumen el frijol crudo.

Al igual que en otras partes del mundo, en Latinoamérica se pierde una proporción elevada de frijol común, debido al endurecimiento del grano durante su almacenaje. Esto hace que disminuya su disponibilidad para consumo humano y se eleven los precios debido a la poca aceptación que tiene el grano duro, ya que necesita mayor tiempo de cocción con agua, con el consiguiente gasto de energía. Este problema puede solucionarse en parte usando el grano duro y otras leguminosas de uso no corrientes en alimentación humana para preparar, junto con cereales, mezclas vegetales de alto valor nutritivo, las cuales pueden ser empleadas para preparar diferentes productos.

En la Figura 5 se reseñan los usos que pueden darse tanto a los aislados proteínicos de leguminosas como a mezclas preparadas con éstas y con cereales, los cuales han sido desarrollados y evaluados en el INCAP (29).



Ref. (29).

FIG. 5.— Usos domésticos de leguminosas no convencionales.

A partir de estas consideraciones, podemos deducir que las leguminosas siguen siendo fuentes muy importantes de nutrientes vegetales con potencial nutritivo e industrial. Por consiguiente, debe estimularse el estudio y la producción de aquellas especies que aún no consume habitualmente la población. Debido a su alto rendimiento y menores exigencias agronómicas para su cultivo, una vez industrializadas pueden ser otra fuente de ingresos para los agricultores e industriales, a la vez que alimentos de

alto valor nutritivo para la población en general y para los niños en particular, gracias a la gran variedad de platillos que con ellas se pueden preparar.

### Verduras y Frutas como Fuentes de Proteína y Energía

Los carbohidratos son compuestos que hoy día tienen gran demanda, ya que constituyen el 60% de las raciones para animales monogástricos y rumiantes. La principal fuente de carbohidratos en el área centroamericana es el maíz, cereal que consumen humanos y animales. Esta situación crea competencia entre el hombre y los animales que, en la mayoría de las ocasiones, hace que este producto suba de precio y disminuya su disponibilidad para los grupos de población de escasos recursos. Por lo tanto, cualquier fuente que no sea maíz, redundará en un ahorro de este cereal para consumo humano.

Ejemplos de algunas fuentes de carbohidratos se exponen en la Figura 6, donde se aprecia que todas ellas tienen de 85 a 95% de estos nutrientes, y pueden usarse tanto para consumo humano como para propósitos de alimentación animal.

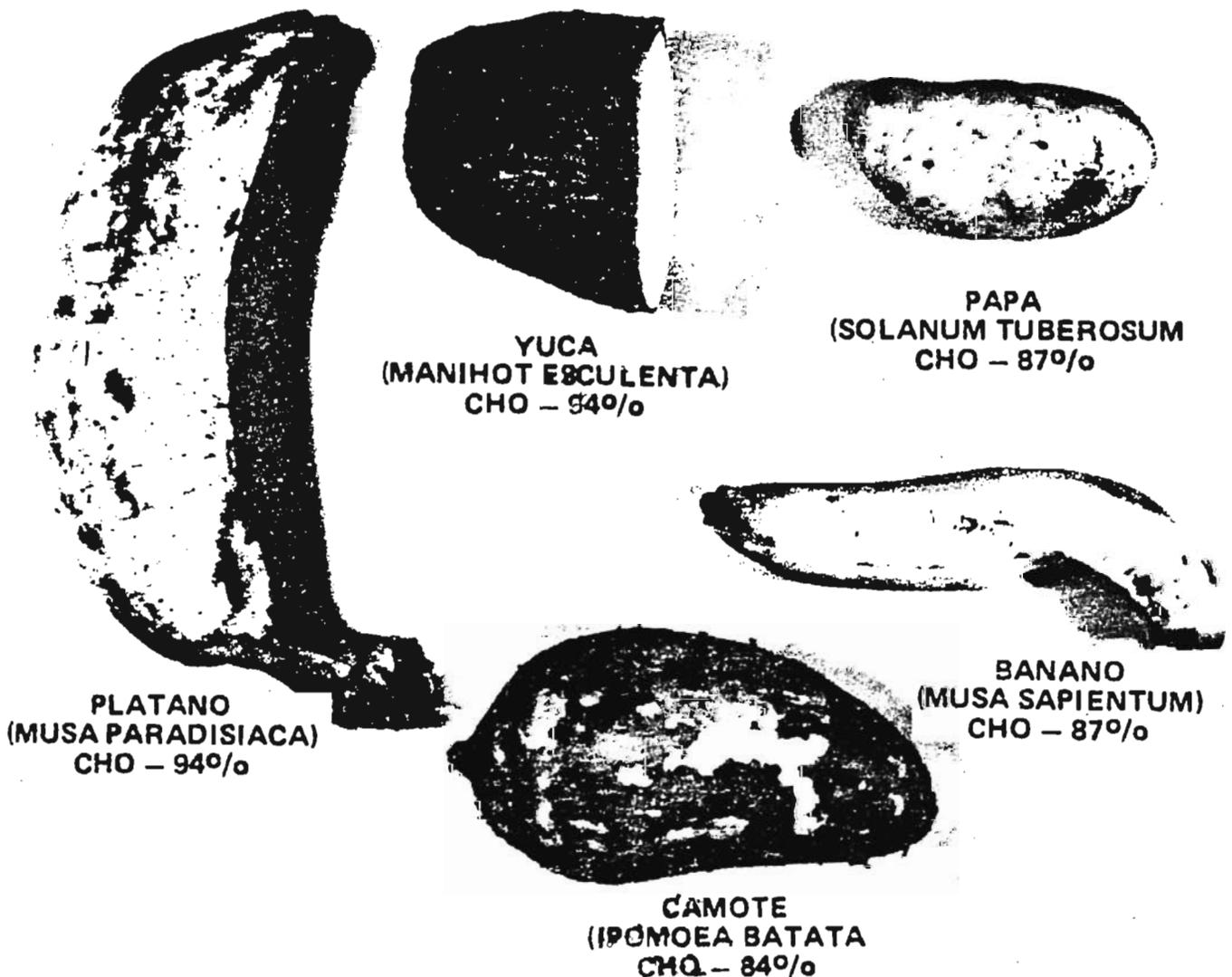


FIGURA 6

Algunos de estos materiales, la yuca por ejemplo, pueden usarse en combinación con leguminosas para elaborar alimentos de alto valor nutritivo. Otros, como el banano, pueden deshidratarse para producir harinas, las cuales tienen gran aplicación como saborizantes; así se podría utilizar los excedentes de este producto.

Cualquier otra fuente de carbohidratos que no reúna las características nutritivas y organolépticas adecuadas para consumo humano, puede fácilmente ser utilizado en la nutrición animal.

El principal constituyente de estas fuentes es el almidón, el cual tiene muchas aplicaciones industriales como espesante, en la elaboración de salsas y productos texturizados de frutas, en la fabricación de alcohol y de otros productos que hoy día tienen gran mercado.

También se ha sugerido la utilización del almidón para fabricar jarabes con un alto contenido de fructosa y para producir edulcorantes glucosa-fructosa como sustitutos de la sacarosa de la caña de azúcar (30). El uso de jarabes con alto contenido de fructosa obtenidos a partir del almidón ofrecen ventajas al consumidor y al productor, ya que el precio de los derivados del almidón se calcula en la mitad de los de la sacarosa (31).

Otros investigadores (32) afirman que el atraso en la tecnología de los carbohidratos se ha debido al bajo precio de los derivados del petróleo. Sin embargo, la disponibilidad actual de este último es baja, las fuentes tienden a agotarse, y los precios aumentan dramáticamente. Por lo tanto, los carbohidratos, y dentro de éstos el almidón, aparecen como una materia prima con tremendo potencial como fuente de energía.

### **Oleaginosas como Fuentes de Aceite, Proteína y Energía**

Los productos vegetales que ofrecen no sólo mayores cantidades de proteína y energía, sino también el mayor potencial para su industrialización, son las semillas oleaginosas (Figura 7). En muchos casos éstas son consumidas directamente por los animales de crianza, pero también forman parte de ciertos productos alimenticios de consumo humano, como dulces y refrescos.

Durante el proceso de industrialización de las semillas oleaginosas se obtiene, además del aceite, la torta que queda después de la extracción del mismo, la cual puede contener altas concentraciones de proteína, de carbohidratos o de ambos nutrientes. Si las tortas y los aceites tienen las características deseables para consumo humano, pueden ser procesados convenientemente para la elaboración de productos alimenticios; en caso contrario, se pueden utilizar en la fabricación de raciones para animales. Los subproductos que contienen factores tóxicos, no eliminables por procesamiento, o cuyas características no llenan los requisitos establecidos para consumo humano o animal, se pueden usar en la elaboración de jabones, pinturas, plásticos, hidrolizados proteínicos y otros productos de gran demanda en el mercado.

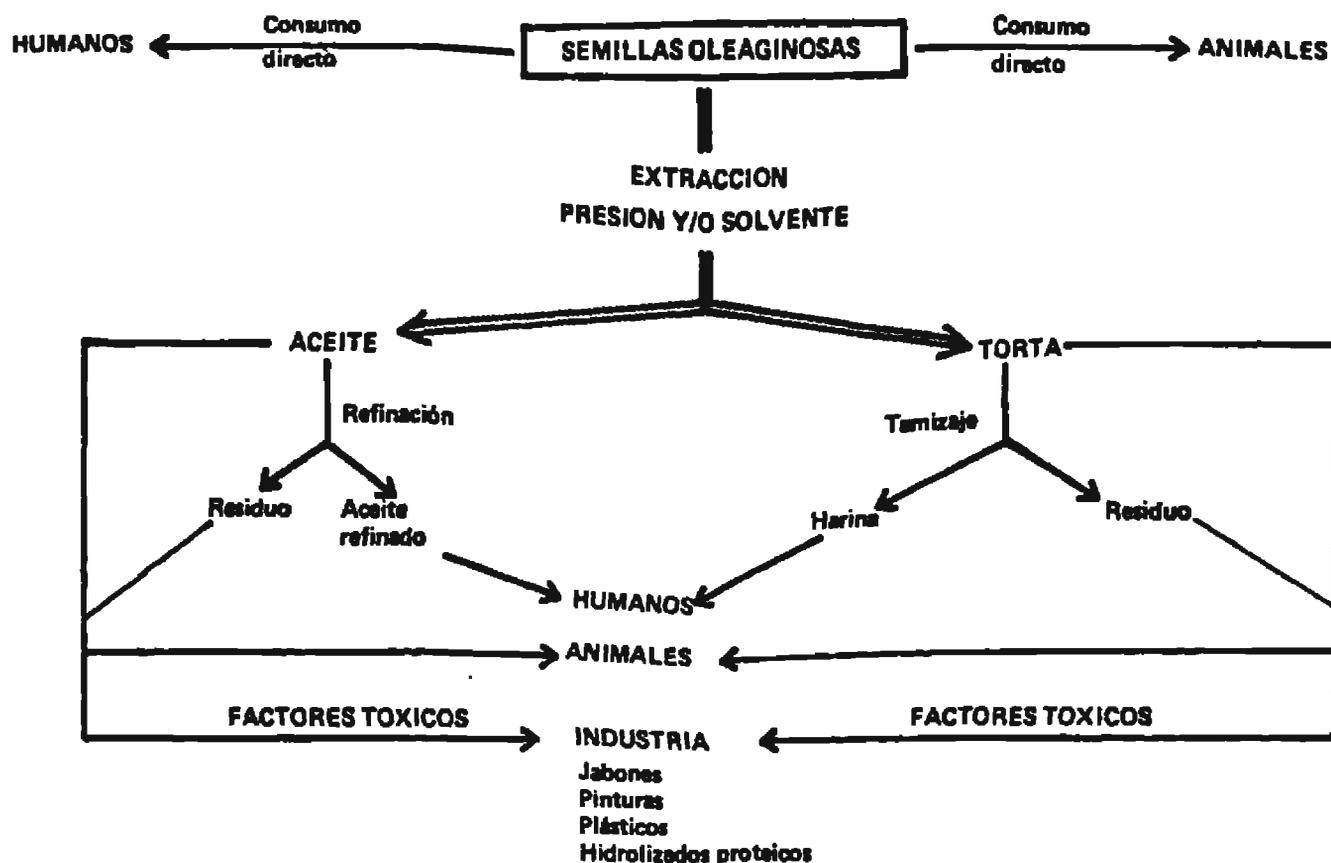


FIG. 7.— Utilización de semillas con potencial nutritivo e industrial.

Ejemplos clásicos de la importancia que han adquirido las semillas oleaginosas son el frijol de soya, la semilla de algodón, el ajonjolí, la semilla de girasol y otras que, en diferente forma, son ya parte integrante de la dieta diaria de los centroamericanos. No obstante, no toda la demanda de proteína y energía para consumo humano, animal e industrial ha sido satisfecha, por lo que es necesario buscar nuevas fuentes oleaginosas que puedan compensar este déficit.

A manera de ejemplo, la Figura 8 muestra las semillas de morro o jícara, pepitoria y hule muy comunes en Centroamérica, y de gran potencial nutritivo e industrial. La semilla de pepitoria se encuentra dentro del fruto de la calabaza (*Cucurbita farinosa*) (33), es un producto muy común en Guatemala, y se usa aunque en pequeña escala, en la elaboración de dulces, tamales y otros alimentos. Esta semilla contiene 35.6 y 48.5 g/o de proteína y aceite, respectivamente (1), aptos para consumo humano o animal ya que no contienen factores tóxicos (34).

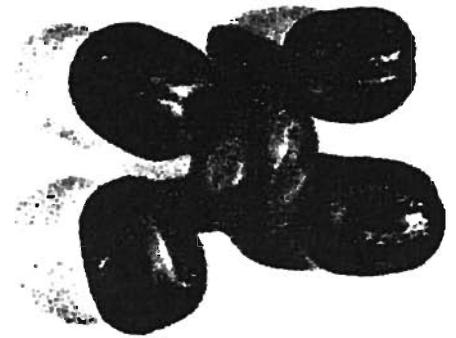
La semilla de hule (*Hevea brasiliensis*), es un desecho agrícola, pues el árbol bota las semillas al suelo. Actualmente ésta no tiene ningún valor comercial ya que no se utiliza, pero contiene 34% de carbohidratos y 40.5% de aceite (35). Tanto el aceite como la torta residual tienen buen olor y apariencia; sin embargo, debe completarse la caracterización del aceite, pues se ha comprobado que contiene algún factor tóxico, al menos para ratas (35). Otro aspecto a considerar es que este aceite es de tipo semisecante (36) lo que permitiría utilizarlo después de un procesamiento adecuado, como materia prima para la industria de pinturas. La torta residual contiene



PEPITORIA  
(*Cucurbita farinosa*)  
Prot = 35.6%  
Aceite = 48.5%



MORRO O JICARO  
(*Crescentia alata*)  
Prot = 27.1%  
Aceite = 36.2%



HULE  
(*Hevea brasiliensis*)  
CHO = 34.0%  
Aceite = 40.5%

FIGURA 8

alrededor de 32% de proteína, la cual es deficiente en metionina y lisina, y contiene también cantidades altas de ácido cianhídrico. Las deficiencias en metionina y lisina pueden corregirse agregando estos aminoácidos en forma pura, y los niveles de ácido cianhídrico son factibles de eliminar mediante un tratamiento adecuado (35).

Las semillas de morro o jícara (*Crescentia alata*) se encuentran dentro del fruto de morro, aprisionadas en una malla fibrosa que constituye la pulpa, y se libera lavándola con suficiente agua y secándola al sol. Estas semillas se utilizan en Centroamérica para preparar refrescos juntamente con arroz, canela y azúcar, su contenido de proteína y aceite es de 27.1 y 36.2%, respectivamente (37).

El aceite puede extraerse de las semillas por presión o por solvente, tiene un color amarillo que se acentúa en el aceite obtenido por presión (Figura 9), y su olor es bastante agradable. Algunas constantes físico-químicas de estos aceites se exponen en la Tabla 6, donde se aprecia que tanto la densidad como los índices de saponificación, yodo y peróxidos son bastante similares en los dos aceites, es decir, entre el obtenido por presión y el extraído por solvente. La única diferencia encontrada por los autores del presente trabajo (37) concierne al contenido de ácidos grasos libres que fue mayor en el aceite obtenido por presión. Este hallazgo lo explican los autores

**PRESION****SOLVENTE**

**ACEITE DE  
SEMILLA DE MORRO**

**FIGURA 9****TABLA 6**

**Algunas constantes físicas y químicas del aceite de semilla de morro  
obtenido por presión y por solvente**

Método	Densidad	Acidos grasos libres, g %	Indices de		
			Saponificación	Yodo	Peróxidos
Presión	0.91	16.6	225.6	89.0	3.5
Solvente	0.91	1.9	227.2	88.5	4.8

Tomado de Ref. (37).

como el resultado de una hidrólisis de los triglicéridos durante el proceso de extracción por presión.

El valor nutritivo y la digestibilidad del aceite de la semilla de morro, comparados con el aceite de pepitoria, maíz y soya (34, 37), se presenta en la Tabla 7 donde, según se aprecia, dichos aceites tienen buen valor nutritivo, son de alta digestibilidad y no poseen factores tóxicos.

**TABLA 7**

**Valor nutritivo del aceite de semilla de morro  
y pepitoria comparado con aceite de maíz y soya.  
Experimento con ratas\* en crecimiento**

	O/o aceite en dieta	Ganancia en peso	Alimento consumido	O/o digestibilidad aparente
Aceite de morro	5	143.0	412.0	—
Aceite de morro	15	149.0	384.0	97.4
Aceite de pepitoria	5	125.0	312.0	—
Aceite de pepitoria	15	129.0	295.0	97.0
Aceite de maíz	5	131.0	333.0	—
Aceite de maíz	15	127.0	285.0	97.2
Aceite de soya	5	150.0	424.0	—
Aceite de soya	15	145.0	374.0	97.5

\* 8 ratas/grupo (4 hembras y 4 machos).

Datos tomados de Refs. (34) y (37).

Con el propósito de obtener información a escala industrial sobre el procesamiento de la semilla de morro, se sometió ésta a la acción de una prensa industrial para extraer el aceite, utilizando tres métodos: a) de semilla entera, b) de torta de semilla entera, molida y reprensada, y c) de semilla molida. Los índices de eficiencia de extracción del aceite fueron de 38, 75.2 y 66.4% para los métodos a, b y c, respectivamente. De cada proceso de prensado se recolectó la torta sobrante y se analizó su contenido de grasa para calcular la eficiencia de extracción del aceite. Estos datos se presentan en la Tabla 8. El aceite crudo se neutralizó, clarificó, filtró y refinó y con él se han hecho pruebas de digestibilidad en animales y evaluaciones organolépticas en humanos con alimentos preparados con dicho aceite, las cuales han sido muy satisfactorias (38).

TABLA 8

Porcentaje de aceite en la semilla de morro y en las tortas residuales después del proceso de prensa a escala industrial

Proceso	Material analizado	Extracto etéreo g %	% de eficiencia de extracción del aceite
	Semilla inicial	33.0	—
a) Semilla entera	Torta	20.6	38.0
b) Semilla entera prensada, molida y reprensada	Torta	8.2	75.2
c) Semilla molida y prensada	Torta	11.1	66.4

Datos tomados de Ref. (38).

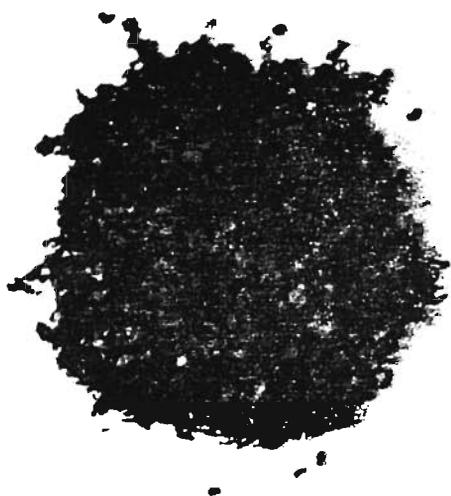
Otras investigaciones a que se ha sometido la semilla de morro conciernen a la torta resultante como subproducto de la extracción de aceite por solvente, la cual fue sometida a tamizaje para separar el exceso de fibra. Con este proceso mecánico se obtuvieron tres fracciones cuyo aspecto físico puede apreciarse en la Figura 10. La fracción cuyo grosor fue mayor que el tamiz No. 12 está formada principalmente de la cáscara de la semilla, siendo su contenido proteínico de 37.5%, y el de fibra cruda, de 22.8%. La fracción más gruesa que el tamiz No. 40 contiene cáscara con un poco de harina; además tiene 39.7% de proteína y 21.9% de fibra cruda. La fracción más fina que el tamiz No. 40, rinde una harina de color blanco, sabor ligeramente dulce y casi inodora, cuyo contenido proteínico fluctúa entre 50 y 60% (37).

Se ha aplicado un proceso semejante a la torta de semilla de pepitoria, con lo cual se ha obtenido una harina de color blanco que contiene de 60 a 65% de proteína (34).

El contenido de aminoácidos esenciales de la harina de semillas de morro y pepitoria, comparado con el de la harina de semillas de algodón y de soya y con el patrón de referencia de la FAO se resume en la Tabla 9. Entre los puntos importantes de esta Tabla cabe señalar el alto contenido de triptofano del morro y de la pepitoria, hecho muy importante, ya que el precio del triptofano todavía es bastante elevado y estos materiales podrían usarse para suplementar otras proteínas deficientes en este aminoácido. La pepitoria a su vez es bastante rica en lisina, lo que, unido al triptofano, la convierten en un material deseable para suplementar el maíz, de consumo tan común en la dieta centroamericana. La metionina es otro de los aminoácidos que se

## FRACCIONES DE SEMILLA DE MORRO DESGRASADA

MAS GRUESA  
QUE TAMIZ  
12



MAS FINA  
QUE TAMIZ  
40



MAS GRUESA  
QUE TAMIZ  
40



FIGURA 10

encuentran en concentraciones altas en la pepitoria, en mayor cantidad que en la semilla de algodón, la soya y el morro. La pepitoria contiene el resto de los aminoácidos en concentraciones adecuadas, lo que la convierte en una fuente de proteína aceptable para consumo humano. El morro, por su parte, es deficiente en lisina, metionina y treonina, siendo las dos primeras deficiencias las más importantes, lo que casi siempre es característica de las semillas oleaginosas.

Los resultados de la evaluación biológica de estas harinas se exponen en la Tabla 10. Los datos revelan el mejoramiento de la ganancia ponderal de los animales experimentales al igual que su índice de eficiencia proteínica al suplementar la harina de morro con los aminoácidos en que es limitante, lisina y metionina, hecho confirmativo de las deficiencias encontradas por análisis químico. Según se observa, la harina de pepitoria no mejoró su valor nutritivo al suplementarla con lisina y metionina, lo que demuestra que su proteína no es deficiente en estos aminoácidos y puede, por lo tanto, usarse sola o como complemento de otra proteína de origen vegetal (34, 37).

TABLA 9

Contenido de proteína (g/o) y aminoácidos (g/g N) de harinas desgrasadas de semillas oleaginosas, comparadas con el patrón de referencia de la FAO

	Morro	Algodón	Pepitoria	Soya	Patrón de la FAO
Proteína	53.6	35.7	62.7	41.4	—
Triptofano	0.147	0.074	0.094	0.086	0.060
Treonina	0.150	0.221	0.219	0.246	0.250
Isoleucina	0.270	0.236	0.313	0.336	0.250
Leucina	0.340	0.369	0.492	0.482	0.440
Lisina	0.134	0.268	0.482	0.395	0.340
Metionina	0.080	0.086	0.127	0.084	0.220 (+ Cis)
Valina	0.333	0.308	0.515	0.328	0.310
Fenilalanina	—	0.327	0.270	0.309	0.380 (+ Tir)

Datos tomados de Refs. (34) y (37).

TABLA 10

Evaluación biológica con ratas\* en crecimiento alimentadas con dietas a base de harina desgrasada de semillas de morro y pepitoria

Dietas	% Prot. dieta	Prom. ganancia en peso, g	Indice eficiencia proteínica
Harina de semilla de morro	10.7	33.1	0.93
Harina de semilla de morro + 0.25% Lisina + 0.30% Metionina	10.9	105.0	2.29
Harina de semilla de pepitoria	10.0	98.0	2.28
Harina de semilla de pepitoria + 0.24% Treonina + 0.045% Metionina	10.0	84.0	2.24
Caseína	10.0	106.0	2.79

\* 8 ratas/grupo (4 hembras y 4 machos).  
Datos tomados de Refs. (34) y (37).

A pesar de que en Centroamérica existen grandes áreas donde el árbol de morro crece en forma silvestre, la disponibilidad de semilla en el mercado es bastante baja debido a la forma rudimentaria de extraerla del fruto, del cual se libera macerando la pulpa con suficiente agua. Este método manual es bastante lento y tedioso y no puede ser aplicado a escala industrial. Para este último propósito se desarrolló en el INCAP (39, 40) un proceso de extracción de las semillas del fruto, factible de aplicar industrialmente, cuyo diagrama de flujo se presenta en la Figura 11. Dicho proceso

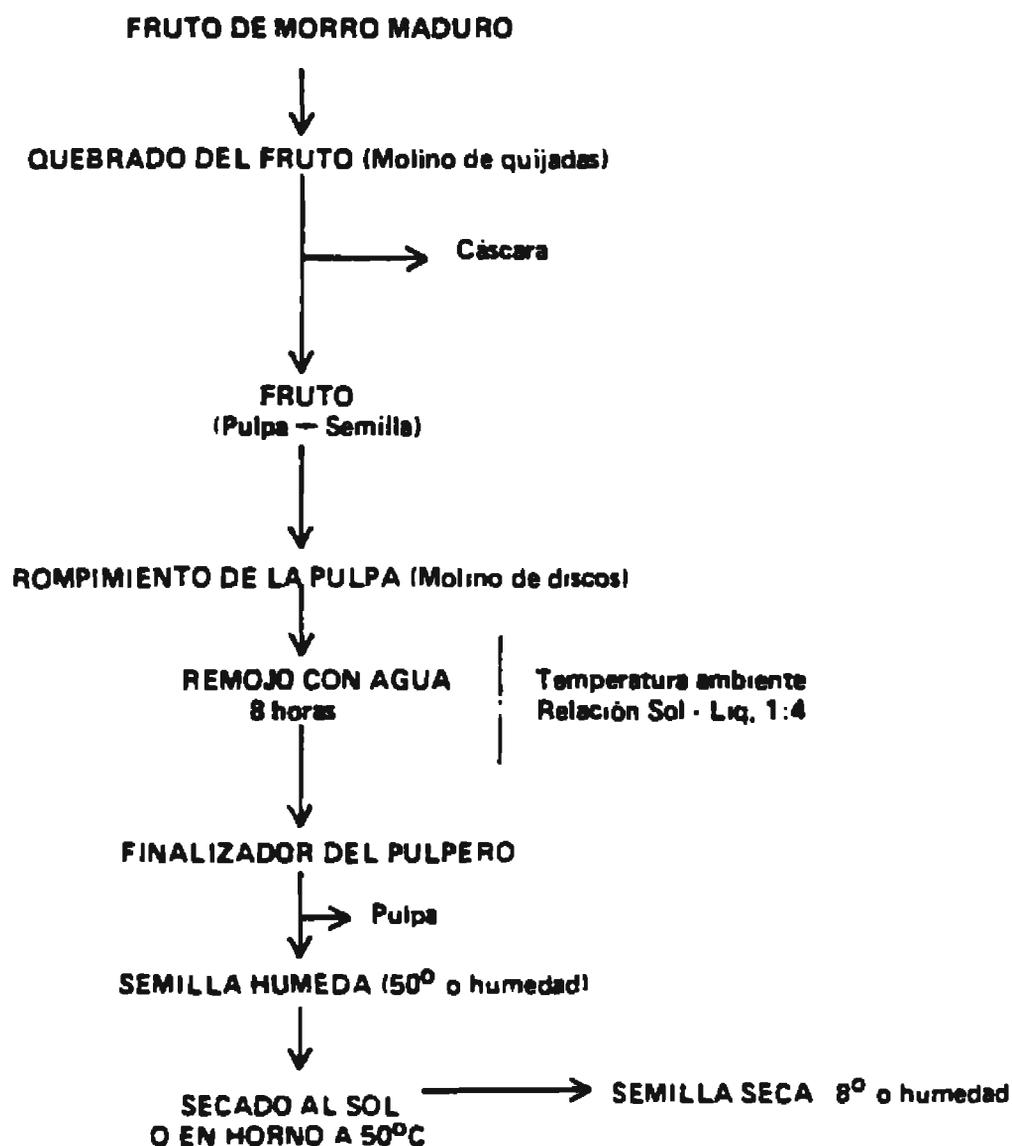


FIG. 11.—Diagrama de flujo para la separación de la semilla y de la pulpa del fruto de morro.

consiste en macerar con agua los frutos del morro sin cáscara, homogenizarlos sin romper las semillas y luego pasarlos por el finalizador del pulpero, cuyas aspás al girar separan la semilla de la pulpa, saliendo esta última aparte en forma de puré. El procedimiento tiene la ventaja de la rapidez para obtener la semilla y además deja la pulpa como subproducto, pudiendo ser utilizada para alimentación animal o para preparar ensilajes con materiales fibrosos ya que es rica en carbohidratos solubles.

El fruto del morro tiene un peso promedio de 270 gramos, de los cuales 119 son de cáscara y 151 de pulpa más semillas. Los ganaderos centroamericanos utilizan

el fruto de morro sin cáscara para alimentar el ganado en las épocas de escasez de pastos; también es factible preparar harinas que pueden ser muy útiles en la alimentación de aves y de otros animales domésticos. En la Tabla 11 se muestra el contenido de aminoácidos y el puntaje químico de harinas de morro preparadas por deshidratación al sol y en horno a dos temperaturas, 60 y 90°C. Estas harinas integrales de morro contienen como promedio 18% de proteínas y grasa. Sus deficiencias aminoacídicas son las mismas que las harinas de semilla de morro o sea, lisina, metionina y treonina. Las evaluaciones biológicas de estas harinas, en pollos, mostraron que en base a proteína, el morro suplementado con lisina y metionina puede sustituir hasta el 40% de la soya en una ración para aves; ello se debe a que este material carece de toxicidad y tiene buena palatabilidad para los animales (39, 41, 42).

Según se ha mencionado en otras partes de este trabajo, el morro o jícara es un recurso centroamericano natural que no ha recibido la atención necesaria para ser explotado industrialmente. Con el propósito de llamar la atención sobre esta fuente de nutrientes de potencial nutritivo e industrial, en la Figura 12 se resumen los trabajos realizados en el INCAP en esta materia prima. La Figura detalla los diferentes productos industrializables provenientes del morro y su aplicación en nutrición humana y animal.

El hecho de que hasta la fecha los ministerios de agricultura no hayan fomentado este cultivo, no significa que esta situación deba prolongarse por más tiempo, pues las fuentes de proteína y aceite escasean cada día más y este cultivo, bien aprovechado, podría contribuir a solucionar la creciente demanda de alimentos para la población humana y la industria animal. La Tabla 12 presenta datos sobre el balance de materiales y los rendimientos potenciales de proteína y aceite por manzana cultivada con árboles de morro (39, 40) los cuales, como puede apreciarse, serían un aporte significativo hacia la solución del problema de disponibilidad de alimentos.

Una ventaja adicional del morro es que su explotación agrícola permite la utilización de terrenos no aptos para otros cultivos tradicionales, ya que crece principalmente en dos zonas ecológicas: bosque tropical seco y bosque tropical húmedo, siendo el rendimiento en el primero mucho mayor que en el segundo. Estas zonas donde se cultiva el morro, principalmente la tropical seca, se caracterizan por ser tierras áridas, muy pobres para otros cultivos y con poco desarrollo tecnológico.

En Centroamérica y Panamá (Figura 13) existen 98,485 km<sup>2</sup> de bosque tropical seco y 171,843 km<sup>2</sup> de bosque tropical húmedo, lo que representa el 21 y el 36% del área total del Istmo, respectivamente. Se considera que el morro podría ser el cultivo indicado para estas regiones ya que es perenne, tiene gran resistencia a la sequía y a las plagas y enfermedades. Además, en estas zonas estimularía el establecimiento de agroindustrias, elevando así el nivel socioeconómico y tecnológico de sus habitantes.

## Comentarios Finales

De acuerdo a los conceptos y a las evidencias comentadas se puede concluir que:

TABLA 11

Contenido y puntaje químico de aminoácidos en las diferentes harinas de morro entero (pulpa + semilla) y su comparación con el patrón de referencia de la FAO\*

Aminoácido	Patrón de referencia de la FAO*	Secado al sol	PQ**	Secado en horno a 90°C	PQ**	Ensilado y secado a 60°C	PQ**
g AA/g N							
Acido aspártico	—	0.567		0.498		0.465	
Treonina	0.250	0.179	71.6	0.159	63.6	0.162	64.8
Serina	—	0.133		0.111		0.128	
Acido glutámico	—	1.236		1.103		1.297	
Glicina	—	0.334		0.284		0.352	
Alanina	—	0.317		0.215		0.314	
Metionina + Cistina	0.220	0.025	11.4	0.047	21.4	0.049	22.3
Isoleucina	0.250	0.253	101.2	0.202	80.8	0.213	85.2
Leucina	0.440	0.414	94.1	0.485	110.2	0.502	114.1
Tirosina + Fenilalanina	0.380	0.480	126.3	0.451	118.7	0.507	133.4
Amoniaco	—	0.084		0.076		0.061	
Lisina	0.340	0.173	50.9	0.132	38.8	0.131	38.5
Histidina	—	0.161		0.160		0.162	
Arginina	—	0.809		0.827		0.810	
Valina	0.310	0.310	100.0	0.301	97.1	0.306	98.7
Triptofano	0.060	0.063	105.0	0.056	93.3	0.051	85.0

\* FAO/WHO. 1973. *Energy and Protein Requirements*. Publication No. 52/522.

\*\* PQ = Puntaje químico.

Tomado de Refs. (39) y (41).

# UTILIZACION DEL JICARO

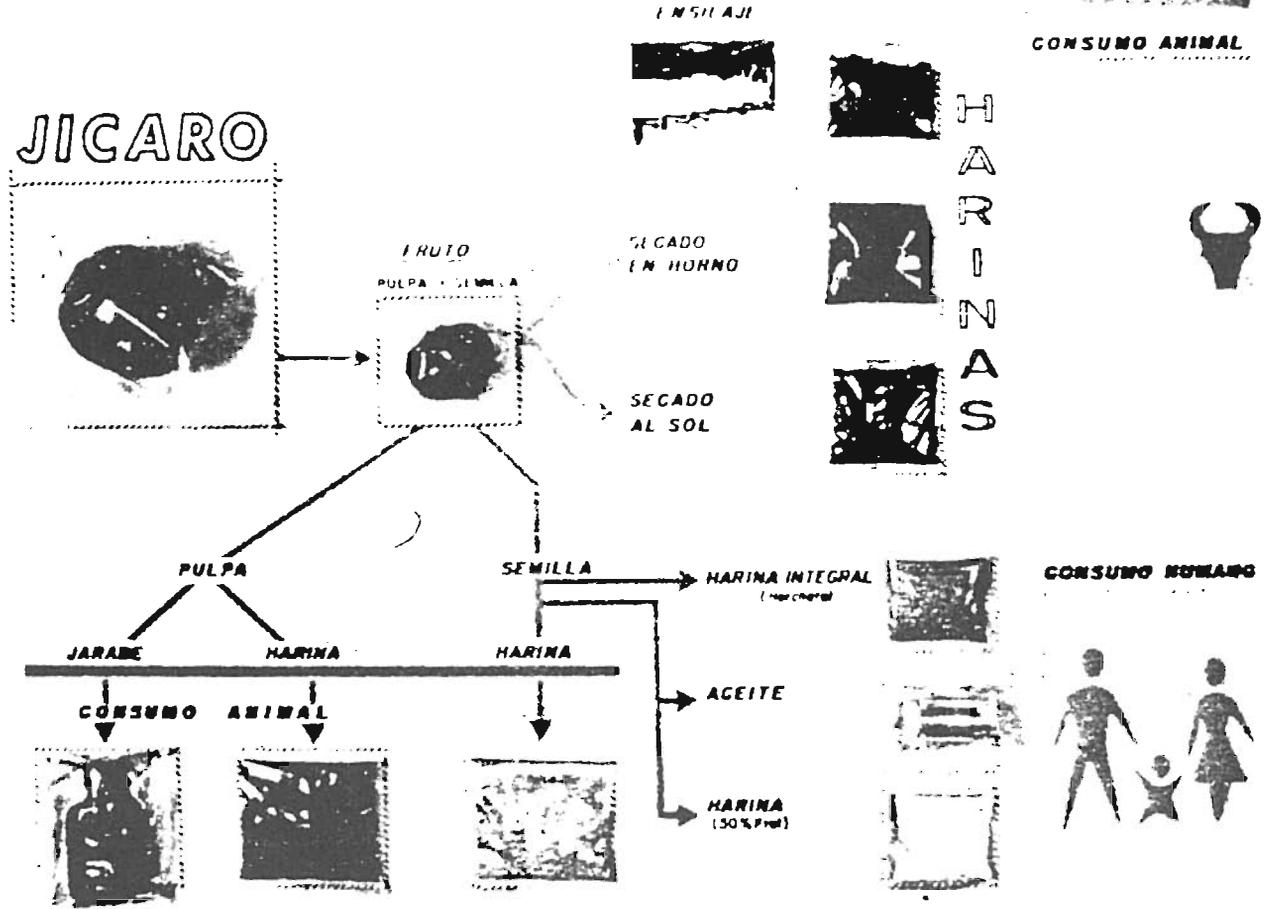


FIGURA 12

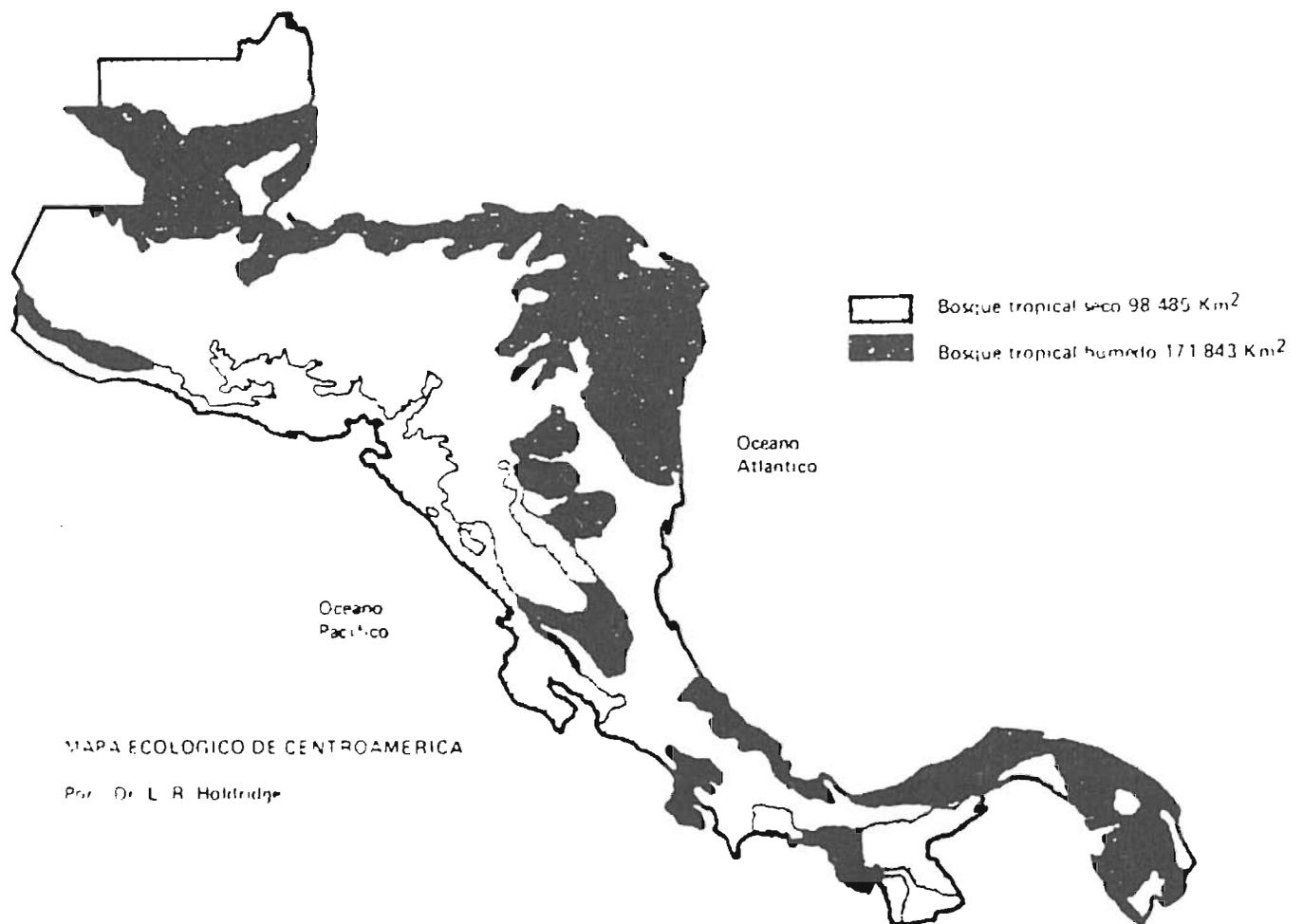


FIGURA 13

TABLA 12

Balance de materiales y rendimientos de proteína y aceite/manzana cultivada con árboles de morro

	Fruto		Fracciones Anatómicas		
	Con cáscara	Sin cáscara (Pulpa + semilla)	Cáscara	Pulpa	Semilla
Pesos promedio, g	270	151	119	84	67
O/o distribución en base a:					
Fruto con cáscara	100	56	44	—	—
Fruto sin cáscara	—	100	—	56	44
Rendimientos en base fresca*					
Por árbol (750 frutos/año), kg*	202	113	89	63	50
Por manzana (150 árboles), kg*	30,300	16,950	13,350	9,450	7,500
Rendimientos/manzana en base seca, kg	—	5,085	10,680	2,835	2,250
Aceite prod./manzana, kg	—	854	—	112	742
Proteína prod./manzana, kg	—	950	—	388	562

\* La cantidad de frutos/árbol y el número de árboles/manzana es un dato obtenido de los agricultores centroamericanos que se dedican a este cultivo. Los demás datos se obtuvieron por cálculo basados en la distribución porcentual y análisis químico de las fracciones anatómicas del fruto.

Tomado de Refs. (39) y (40).

1. Centroamérica posee un enorme arsenal vegetal potencialmente apto como fuente de nutrientes, cuyas materias primas pueden industrializarse con poco esfuerzo.
2. Los recursos naturales que poseemos deben ser estudiados desde el punto de vista agrícola, tecnológico e industrial.
3. Debe fomentarse el cultivo y estimular la industrialización de ciertas materias primas que ya están en estudio, tales como morro, pepitoria, canavalia, caupí, gandul y otros no convencionales.
4. Si realmente deseamos cumplir con nuestra responsabilidad y solucionar aunque sea parcialmente los problemas de disponibilidad de alimentos en nuestras respectivas áreas, es necesario fomentar la interacción entre los expertos agrónomos, tecnológicos, nutricionales e industriales, para así llegar juntos a la solución de dichos problemas.

## Bibliografía

1. Wu Leung Woot-Tsuen, con la colaboración de Marina Flores. *Tabla de Composición de Alimentos para Uso en América Latina*. Preparada bajo los auspicios del Comité Interdepartamental de Nutrición para la Defensa Nacional, Instituto Nacional para Artritis y Enfermedades Metabólicas, Institutos Nacionales de la Salud, Bethesda, Maryland, EE.UU., y del Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá, ciudad de Guatemala, C.A. Washington, D.C., U.S. Government Printing Office, junio, 1961, 132 p.
2. Bonner, J. *Plant Biochemistry*. New York, N.Y., Academic Press, Inc., 1950, p. 167-215, 245-279.
3. Haurowitz, F. *The Chemistry and Function of Proteins*. 2nd. ed. New York and London, Academic Press, 1963, p. 6-22, 62-91, 234-244.
4. Byers, M. Extraction of protein from the leaves of some plants growing in Ghana. *J. Sci. Food Agr.*, 12: 20-30, 1965.
5. Chakravarty, P.R. & B.C. Guha. Leaf protein technology. En: *Proceedings, Symposium on Proteins*, August 14-16, 1960, p. 257-259. (Chem. Res. Com. & Soc. Biol. Chem. India).
6. Festenstein, G.N. Extraction of proteins from green leaves. *J. Sci. Food Agr.*, 12: 305-311, 1961.
7. Valli, A. Devi, N.A.N. Rao & P.K. Vijayaraghavan. Isolation and composition of leaf protein from certain species of Indian flora. *J. Sci. Food Agr.*, 16: 116-120, 1965.
8. Wilson, R.F. & J.M.A. Tilley. Amino acid composition of lucerne and of lucerne and grass protein preparations. *J. Sci. Food Agr.*, 16: 173-178, 1965.
9. De León, H. *Preparación y Evaluación Química y Biológica de Algunas Proteínas de Origen Foliar*. Tesis (Licenciado en Química y Farmacia), Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Guatemala, C.A., noviembre de 1966, 60 p.
10. Food and Agriculture Organization of the United Nations. *Energy and Protein Requirements*. Report of a Joint FAO/WHO *ad hoc* Expert Committee, Rome 22 March - 2 April, 1971. Published by FAO and WHO, Geneva, 1973, 118 p. (FAO, Nutrition Meetings Report Series, No. 52, and WHO, Technical Report Series, No. 522).
11. Gerloff, E.D., Iracema H. Lima & M.A. Stahmann. Amino acid composition of leaf protein concentrates. *J. Agr. Food Chem.*, 13: 139-143, 1965.
12. Kulkarni, Leela & Kamala Sohoni. Non-protein nitrogen in vegetables. *India J. Med. Res.*, 44: 511-518, 1956.
13. Hegsted, D.M., R.C. Mills, C.A. Elvehjem & E.B. Hart. Choline in the nutrition of chicks. *J. Biol. Chem.*, 138: 459, 1941.
14. Davys, M.N.G. & N.W. Pirie. Batch production of protein from leaves. *J. Agr. Eng. Res.*, 70: 73, 1963.
15. Duckworth, J., W.R. Hepburn & A.A. Woodham. Leaf protein concentrates. II. The value of a commercially dried product on newly weaned pigs. *J. Sci. Food Agr.*, 12: 16-20, 1961.
16. National Academy of Sciences-National Research Council. *Evaluation of Protein Quality*. Chapter III. Washington, D.C., NAS-NRC, 1963, p. 23-37. (Publication 1100).
17. Association of Official Agricultural Chemists. *Official Methods of Analysis of the AOAC*. 7th ed. Washington, D.C., The Association, 1950, p. 320, 346.
18. Bressani, R. *Temas Nutricionales para el Agricultor*. Publicación INCAP N-103.
19. Altschul, A.M. *Processed Plant Protein Foodstuffs*. New York, N.Y., Academic Press, Inc., 1958, p. 721.
20. Altschul, A.M. Legumes and a hungry world. En: *Report of the 8th Annual Conference on Dry Bean Research*. Albany, Calif., Agricultural Research Service, USRA, 1966, p. 3-8.
21. Bhumiratana, A. & A. Nondasuta. Report on Protein Food Development Project. Second report. Bangkok, Thailand, Institute of Food Research and Product Development, KASET-SART University, 1971.
22. Molina, M.R. & R. Bressani. Protein - starch extraction and nutritive value of the jack bean and jack bean protein isolate. En: *Nutritional Aspects of Common Beans and other Legume Seeds as Animal and Human Foods*, Warner G. Jaffé (Ed.). Caracas, Venezuela, Arch. Latinoamer. Nutr., 1975, 153 p.
23. Molina, M.R., C.E. Argueta & R. Bressani. Extraction of nitrogenous constituents from the jack bean (*Canavalia ensiformis*). *J. Agr. Food Chem.*, 22: 309, 1974.
24. Benton, D.A., A.E. Harper & C.A. Elvehjem. Effect of isoleucine supplementation on the growth of rats fed zein or corn diets. *Arch. Biochem. Biophys.*, 57: 13, 1955.

25. Scrimshaw, N.S., R. Bressani, M. Béhar & F. Viteri. Supplementation of cereal proteins with amino acids. I. Effect of amino acid supplementation of corn-masa at high levels of protein intake on the nitrogen retention of young children. *J. Nutrition*, **66**: 485, 1958.
26. Borchers, R. & C.W. Ackerson. The nutritive value of legume seeds. X. Effect of autoclaving and the trypsin inhibitor test for 17 species. *J. Nutrition*, **41**: 339-345, 1950.
27. Orru, A. & V.C. Demal. Physiological and anatomical-pathological observations on rats fed the seeds of *Canavalia ensiformis*. *Quaderni Nutriz.*, **7**: 273-290, 1941. (c.f. *Chem. Abst.*, **36**: 3532, 1942).
28. Elías, L.G., R.P. Bates & R. Bressani. Mezclas vegetales para consumo humano. XVIII. Desarrollo de la mezcla vegetal INCAP 17, a base de semillas leguminosas. *Arch. Latinoamer. Nutr.*, **19**: 109-127, 1969.
29. Molina, M.R., R. Bressani & L.G. Elías. Nonconventional legume grains as protein sources. *Food Technol.*, **31**(5): 188-190, 1979.
30. Aschengreen, N.H. Production of glucose/fructose syrup. *Process Biochem.*, **10**: 17, 1975.
31. Argueta Pinzón, C.E. *Determinación de las Condiciones Óptimas del Proceso de Extracción y Recuperación de Proteína y Almidón del Caupe (Vigna sinensis)*. Tesis (*Magister Scientiæ* en Ciencias y Tecnología de Alimentos). Centro de Estudios Superiores en Nutrición y Ciencias de Alimentos (CESNA), Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia/INCAP. Guatemala, C.A., marzo de 1976, 62 p.
32. Allen, W.G. & H.G. Dawson. Technology and uses of debranching enzymes. *Food Technol.*, **29**: 70, 1975.
33. Rojas, U. *Elementos de Botánica General*. Vol. 3. Guatemala, Tipografía Nacional, 1936, p. 942 y 1268.
34. Bressani, R. & R. Arroyave. Nutritive value of pumpkin seed. Essential amino acid content and protein value of pumpkin seed (*Cucurbita farinosa*). *J. Agr. Food Chem.*, **11**: 29-33, 1963.
35. Rosal, O.R. *Determinación del Valor Nutritivo de la Torta de Semilla de Hule*. Tesis (Ingeniero Químico). Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería. Guatemala, 1970, 31 p.
36. Kirschenbauer, H.G. *Fats and Oils. An Outline of Their Chemistry and Technology*. New York, N.Y., Reinhold Publishing Co., 1960.
37. Gómez Brenes, R.A. & R. Bressani. Evaluación nutricional del aceite y de la torta de la semilla de jícara o morro (*Crescentia alata*). *Arch. Latinoamer. Nutr.*, **23**: 225-242, 1973.
38. Gómez-Brenes, R.A., J.W. del Cid, M.R. Molina, J.E. Braham & R. Bressani. Caracterización física, química, biológica y tecnológica del aceite de semilla de morro o jícara (*Crescentia alata*). Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá (INCAP). Informe anual 1o. de enero - 31 de diciembre, 1977. Guatemala, agosto 1978.
39. Contreras Mercado, I. *Tecnología para la Separación de Semillas y Evaluación Química-Nutricional del Fruto de Morro (Crescentia alata)*. Tesis (*Magister Scientiæ* en Ciencias y Tecnología de Alimentos). Centro de Estudios Superiores en Nutrición y Ciencias de Alimentos (CESNA), Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia/INCAP. Guatemala, C.A., diciembre de 1975, 70 p.
40. Gómez-Brenes, R.A., I. Contreras, C.E. Amézquita, J.E. Braham & R. Bressani. Estudios sobre la separación de la semilla de morro o jícara (*Crescentia alata*). *Arch. Latinoamer. Nutr.*, **30**: 337-352, 1980.
41. Gómez-Brenes, R.A., I. Contreras, J.E. Braham & R. Bressani. Evaluación química de harinas de morro o jícara (*Crescentia alata*) preparadas por ensilaje y/o deshidratación. *Arch. Latinoamer. Nutr.*, **30**: 223-253, 1980.
42. Gómez-Brenes, R.A., I. Contreras, B. Fernández, J.E. Braham & R. Bressani. Evaluación biológica de harinas de morro o jícara (*Crescentia alata*) preparadas por ensilaje y/o deshidratación. *Arch. Latinoamer. Nutr.*, **30**: 517-538, 1980.